

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-209959

(43)Date of publication of application : 07.08.1998

(51)Int.Cl.

H04B 7/26  
H04J 13/02

(21)Application number : 09-005667

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 16.01.1997

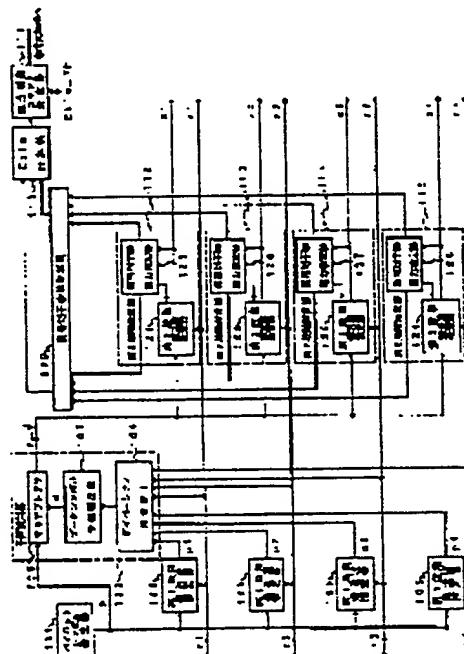
(72)Inventor : BASCHICK DOBURIKA

## (54) CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the closed loop power control performance and then to improve the error rate by using all samples of a single slot in measurement of ratio of signal energy to interference power spectrum density per bit to increase the number of measurement samples and to improve the accuracy of measurement.

**SOLUTION:** The 1st-step carrier estimators 102 to 105 send the estimated carrier signals p1 to p4 which are obtained by applying the interpolation to the channel measurement value received from a pilot symbol generator 101 to a data symbol spare detector 107. The 2nd-step carrier estimators 121 to 124 send the values of the signal energy per bit and the interference power spectrum density, which are obtained by communication path based on a complex vector pilot symbol p-d sent from the detector 107 and the reception samples r1 to r4 sent from every communication path of diversity reception to a signal-to-interference ratio calculator 109. A power control command generator 111 gives a power control command to a mobile station in response to the calculated all signal power-to-all interference power ratio.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.01.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3006679

[Date of registration] 26.11.1999

[Number of appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-209959

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 B 7/26

H 0 4 J 13/02

識別記号

1 0 2

F I

H 0 4 B 7/26

H 0 4 J 13/00

1 0 2

F

審査請求 有 請求項の数23 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-5667

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月16日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 ヴァシック ドブリカ

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

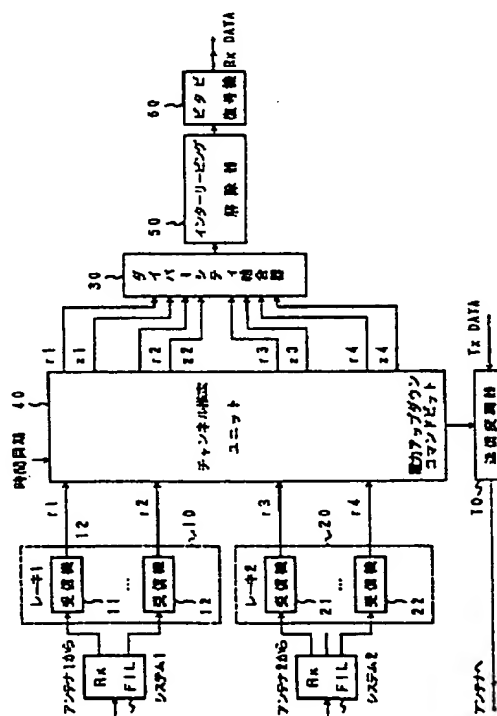
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 セルラー移動電話システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 セルラー移動CDMAシステムにおける閉ループ電力制御方法、および同期検波データ通信システムにおける搬送波再生の改善された方法を提供する。

【解決手段】 第1段階搬送波推定器では、パイロットシンボルによって与えられるチャンネル測定値を補間し、予備検出用の基準位相及び振幅を得る。第2段階において、変調除去されたサンプルが回転され、回転されたサンプルはグループに分けられ、グループ毎に、累算及び平均化が行われる。この結果である累算、平均化値は補間され、搬送波推定値を得る。第2段階において搬送波推定値はまた、回転された受信信号の推定値でもある。搬送波推定値を用いて、信号電力が計算される。干渉電力を計算するために、回転された信号サンプルと信号推定値の差が計算される。全E b I o が通信路電力測定結果に基づいて計算され、プリセットE b I o 閾値と比較され、その結果、制御コマンドが移動局に送信される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 相互間に情報信号を通信できるセルラー移動電話システムにおいて、各セル側送信受信機に接続されたチャンネル推定ユニットをなし、該チャンネル推定ユニットは、

第1段階の搬送波推定を行なう手段と、

データシンボルを予備的に検出する手段と、

第2段階の推定を行なう手段と、

E b I o (ビット当りの信号エネルギー対干渉電力スペクトラム強度比)を算出する手段と、

E b I o測定値の所定のE b I oレベルからの偏差に対応した電力調整コマンドを発生する手段とを備えていることを特徴とするセルラー移動電話システム。

【請求項2】 請求項1において、前記セルラー移動電話システムは、移動局からのセル装置側への逆方向リンクに同期検波手段を備えていることを特徴とするセルラー移動電話システム。

【請求項3】 請求項1または2において、前記移動局は前に電力調整コマンドを受け、当該電力調整コマンドに対応して、送信信号電力を調整する手段を有していることを特徴とするセルラー移動電話システム。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかにおいて、前記情報信号はコード分割多重アクセス(CDMA)拡散スペクトラム通信信号を使用して送受されることを特徴とするセルラー移動電話システム。

【請求項5】 請求項1に記載されたチャンネル推定ユニットにおいて、前記第1段階の搬送波推定手段によって得られた搬送波推定値は、受信信号位相及び振幅を補償し、ダイバーシティ結合及び受信を行って、第2段階の推定のためにデータシンボルを決定する前記データシンボル予備検出手段に入力され、前記第2段階の推定手段は、実際の検出に使用される第2段階の推定値を計算すると共に、信号対干渉電力推定値を計算し、当該信号対干渉電力推定値は、前記E b I o計算手段に入力され、前記E b I o計算手段は、E b I oを計算すると共に、閉ループ電力制御のための制御ビットを生成するために、前記電力調整コマンド発生手段に出力されることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項6】 請求項5に記載されたチャンネル推定ユニットにおいて、前記第1段階の搬送波推定手段は、補間手法を用いて、パイロットシンボルによって与えられるチャンネル測定値を補間して、前記データシンボル予備検出過程における同期検波用の位相及び振幅基準を得ることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項7】 請求項6に記載されたチャンネル推定ユニットにおいて、前記データシンボルの予備検出する手段は、ダイバーシティ結合を行う手段と、ハードデータを決定する手段と、決定されたデータシンボルと既知のパイロットシンボルを多重化する手段とを備え、前記決定されたデータシンボルは第2の推定段階のために与

えられると共に、受信機では時間同期が行われることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項8】 請求項7において、前記ダイバーシティ結合手段は、前記第1段階の推定手段に動作的に結合されると共に、前記第1段階の推定手段によって与えられた推定搬送波信号を使用して、各受信通信路に対する位相及び振幅歪みを補償するように動作する手段を備えると共に、信号対干渉比を最大にするように、通信路信号を同期ダイバーシティ結合する手段を備えていることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項9】 請求項7において、ハードデータ決定のための前記手段は、前記ダイバーシティ結合器に動作的に結合され、同期検波を使ってデータシンボルを予備的に検出する手段を備えていることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項10】 請求項7において、時間的に多重化する前記手段は、前記第2の推定段階のために、前記ハードデータ決定手段によって与えられた検出データシンボルを既知パイロットシンボルと結合することを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項11】 請求項1において、前記第2段階の推定手段は、第2段階の搬送波推定を行う手段と、信号電力及び干渉電力を推定するための手段とを備え、前記第2段階の搬送波推定手段からの計算の中間結果は、信号電力及び干渉電力を推定するための前記手段に与えられ、これによって、計算量及び複雑性を減少させることができることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項12】 請求項11において、前記第2段階の推定手段は、信号サンプルを回転させる手段と、サンプルをグループに区分する手段と、サンプルをグループ毎に、累算及び平均化する手段と、第2の補間を行う手段とを備えていることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項13】 請求項12において、前記信号サンプルを回転させる前記手段は、変調を除去するために、前記信号サンプルを共役値またはパイロットシンボルと乗算して、サンプル累算の条件を与えることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項14】 請求項12において、サンプルをグループに区分する前記手段は、サンプルを回転させる前記手段から与えられる回転された信号サンプルを分割し、これによって、各グループの前記信号が各グループの期間中、疑似的に静的なものとして近似できることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項15】 請求項12において、累算及び平均化するための前記手段は、サンプルの累算及び平均化を使用して、各グループの搬送波推定値を計算し、付加的なノイズ及び干渉の影響を軽減し、推定性能を向上させることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項16】 請求項12において、第2の補間のた

め的手段は、累算及び平均化する前記手段によって与えられる搬送波推定値を補間し、これによって、フェージング歪み補償、ダイバーシティ結合、最大比結合のための加重、及び、実際の同期検波のための搬送波信号の推定値を得ることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項17】 請求項11において、信号電力及び干渉電力を推定する前記手段は、信号電力を推定するための手段と、干渉信号を推定するための手段と、干渉電力を推定するための手段とを有していることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項18】 請求項17において、信号電力推定のための前記手段は、第2段階の搬送波推定のための前記手段によって与えられる前記搬送波信号の推定値に基づいて、信号電力を計算することを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項19】 請求項17において、干渉信号推定のための前記手段は、干渉信号の推定値を、前記回転された信号サンプルと第2段階の搬送波推定手段によって計算された前記搬送波推定値との差として計算することを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項20】 請求項17において、干渉電力推定のための前記手段は、前記推定された干渉信号の電力を計算することを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項21】 請求項1において、 $E_b I_o$ を計算する前記手段は、全通信路からの信号電力推定値と干渉電力推定値を使って、全 $E_b I_o$ を計算することを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項22】 請求項1において、電力調整コマンドを生成する前記手段は、 $E_b I_o$ を計算する前記手段に動作的に結合され、前記電力調整コマンドを発生するコマンド発生器によって構成されていることを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【請求項23】 請求項22において、前記コマンド発生器は推定された $E_b I_o$ を所望の $E_b I_o$ と比較し、この比較の結果に基づいて、移動局の送信電力を調整するための電力制御ビットを発生することを特徴とするチャンネル推定ユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セルラー移動電話システムに関する。特に、本発明は、コード分割多重アクセス(CDMA)セルラー移動電話システムのための電力制御方法に関する。更に、本発明は、同期検波データ通信システムに使用できる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】CDMAは、デジタルセルラー無線通信システムにおける容量を改良するために使用されている拡散スペクトラム通信に基づく変調および多重アクセス技術のことである。直接的なシーケンスを使用するコード分割多重アクセス(便宜上、ここではCDMAとす

る)は、多数のシステムユーザー間における通信を容易にするいくつかの技術のうちの一つである。全てのユーザーがそれぞれの情報シーケンスを符号化および解読するために、同じコードを使用しているCDMAシステムでは、共通のスペクトラム内の送信信号は、それぞれの送信信号に異なった疑似ランダムパターン(コードとも呼ばれる)を重ね合わせることによって互いに区別されている。このように、対応する送信機によって使用されている疑似ランダムパターン、即ち、キーを知ることによって、特定の受信機は意図されている送信情報を再生できる。

【0003】セルラー移動チャンネルは、基本的に2つの異なる現象、平均通路損失とフェーディングによって特徴づけることができる。平均通路損失は、その平均が通路距離の4乗の逆数に比例する対数正規分布によって統計的に説明される。2番目の現象は、レイリーフェージング特性を含んでいる。レイリーフェージングプロセスは物理的環境によってもたらされ、その結果、異なった送信遅延を伴った多くの方向から同時に到着する信号の複製を生じさせる。これによって、破壊的に加え合わされると、通路間に重大な位相差異が生じ、その結果、深いフェージングが起こる。フェージングはチャンネルを遮断し、その結果、不完全な通信となる。レイリーフェージングは、前方向(即ち、正方向)(セル装置ー移動装置)リンクおよび逆方向(移動装置ーセル装置)リンクに対して、互いに独立に発生するが、対数正規陰影効果に対しては、通常互いに相反性を示す。

【0004】急速なフェーディングはデジタル移動通信における中心的な問題である。可干渉的検出(即ち同期検波)手法は、電力効率についていえば、遅延検波手法に比較して優れている。しかしながら、同期検波に必要な搬送波再生は、チャンネルのフェージングによる時間変化によって影響を受けることになる。デジタル通信システムにおける同期検波によって得られる電力効率は、受信機に搬送波同期ユニットを補った時備えている場合にのみ向上させることができる。強い位相推定アルゴリズムがないことを考慮して、遅延検波あるいはその他の非可干渉的技術がフェージングを受けたチャンネルに対して歴史的に使用されている。

【0005】もし、同期復調に近いものが実現すれば、大きな性能の修繕となる。同期検波受信を使用できれば多相シフトキーイング(M-PSK)あるいは多相直交振幅変調(M-QAM)のような線形変調手法では、基本的に好ましい通信手法を形成できる。

【0006】チャンネル間干渉を考慮した時、同期検波は非同期検波よりも電力でも有利である。レイリーフェージングによってチャンネルに悪影響が出て、その結果チャンネル位相が急激に変化した場合、受信信号から搬送波信号を効果的に抽出する搬送波同期ユニットが、継続した有効な検波には必要である。搬送波同期を効果的

に行うことが、共通のパイロットチャンネルが与えられていない逆方向リンクを有するCDMAシステムでは特に重要である。

【0007】CDMAシステムに対する重要な要求の一つとして電力制御がある。これは各ユーザーの電力を制御することによってのみ、資源を等しくユーザー間で共有し、容量を最大にできるからである。与えられたシステム帯域幅内における同時的に存在する呼の数でCDMAシステムの容量を最大にするために、送信信号が要求された最小の信号対干渉 (signal-to-interference) 比で受信側において受信されるように、移動ユニットの送信電力が制御される。基地局に対して地理的に近いユーザーに、遠い所のユーザーよりも“過剰に電力を供給”する問題、即ち、“遠近問題”を緩和するために、電力制御はいかなるCDMAシステムにおいても必要不可欠である。さらに、フェージングを受けたチャンネルでは、電力が変化するという性質があるため、可能であれば補正されなければならない。受信電力を等化するために、開ループ及び閉ループの組み合わせが使用される。開ループの目的は受信電力における変化に従って送信電力を調整することである。逆方向リンクの開ループでは、移動局はセル送信局からの受信電力レベルを測定し、間接的な調整方法で送信電力を調整する。この場合、全ての移動局の送信信号が同じ規定電力レベルでセル送信局に到着するように制御している。開ループ制御は非常に遅いシャドウタイプのフェージングに対応できる。

【0008】逆リンクの開ループ電力制御では、基地局が関連する受信電力レベルを測定するか、あるいは各関連する移動局のEbIo (ビット当りの信号エネルギー (Eb) 対干渉電力スペクトラム密度 (Io) 比) をより正確に測定しておき、それを調整可能な閾値と比較している。移動局に対して、パワーアップコマンドあるいはパワーダウンコマンドが送信されるように決定が行われる。電力調整コマンドを受信すると、移動局はその送信電力を所定の量だけ増加したり減少させたりする。電力調整コマンド送信レイトは、低速のレイリーフェージングに追従できる程度、即ち、1秒間に約1000コマンド程度に十分高くなくてはならない。電力調整コマンドは、移動局を指定した前方向のチャンネルを利用して、移動局に送信される。移動局は、受信された調整コマンドを開ループの評価値とを組み合わせることにより、送信電力の最終値を得る。

【0009】閉ループの目的は、最適な送信電力を維持するために、開ループの評価値に迅速に修正することである。この閉ループ修正によって、正および逆方向リンク間の利得公差および不均等な伝達損失が適応的に制御される。通路損失およびシャドウイング効果の変化量は、一般的に制御できる程度に十分低速である。低速レイリーフェージングもまた制御できるが、速いレイリー

フェージングに関する変化量は、電力制御では追従できない程速い。低速レイリーフェージングによる電力の変化量の影響を減少させる際に、インターリーピングと符号化とを組み合わせた手法は効果的でないことが知られている。このように、電力制御は、速度 (即ち、低速フェージング) に対してフェージングを補償できる。電力制御およびインターリーピング/符号化は、補足的なパラメータ領域において最も効果的であり、低速、および高速のいずれのレイリーフェージングに対しても強度を有している。閉ループ電力制御は、低速レイリーフェージングを減少させるのに非常に重要な要素である。電力制御のその他の利点は、各ユーザーは要求される量のエネルギーのみを送信すればよいことであり、携帯間送信機のバッテリー寿命を長くできることである。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】CDMAシステムにおけるBER (ビットエラーレート) /FER (フレームエラーレート) の性能は、受信電力の変化による影響を低減する際における閉ループ電力制御効果に直接関係している。さらに、電力を制御することによって、不要なシステム干渉を最小限に留めることができ、全体システムにおける容量を増加させることができる。閉ループ電力制御のためにEbIoを正確に測定することは、CDMAセルラーシステムの性能を向上させるために不可欠であり、これによって、受信機においては有害なフェージングをなくすことができ、要求される強度を与えることができる。信号対干渉が低い場合におけるEbIo測定結果は、かなりの低下をもたらすと共に電力制御における誤りを招く。正確な電力制御を行うためには、正確でかつ信頼性の高いEbIo測定が要求される。

【0011】逆方向リンクに対する同期検波データ通信システムにおいて、公知のパイロットシンボルは、通常データシンボル内に挿入されて、データシンボルと共に周期的に送信される。受信機は、パイロットシンボルによって得られたチャンネル測定値を補間して、同期検波のための基準位相及び振幅を与える。チャンネルの伝達関数がパイロットシンボルを使用して推定され、推定された伝達関数に基づいて、データシンボルが検出される。しかしながら、線形補間、低速パスフィルター補間、ガウシアン補間等の通常のシンボル補間は、冗長性を有し、パイロットシンボルレートを増加させることなく、フェージングの累積歪みを正確に推定できない。同じパイロットシンボルがEbIo測定に使用される。パイロットシンボルの送信によって生じる損失を最小限に止めるために、送信パイロット対送データシンボルの比は、通常低く、EbIo測定のためのパイロットシンボルだけを使用することは、正確なEbIo測定に対する要求を必ずしも満たすことができるわけではない。

【0012】1スロットあたりのパイロットシンボルの数が少ない時、閉ループ電力制御の際、パイロットシン

ボルのみを使用して信号電力 (S) および干渉電力

(I) を正確に推定することは不可能である。電力測定の際、通常の補間によって決定されたデータ及び搬送波推定値を使用することは、パイロットシンボルのみを使用した場合と比較して、かなりの改善が得られる。この方法によれば、再変調された信号 (補間された基準信号) が決定されたデータおよび推定された搬送波を使用して算出される。信号電力は、再変調信号を使用することによって計算される。干渉電力は、受信信号と再変調信号との差を使用することによって計算される。しかしながら、通常のパイロット補間を使用した搬送波推定は、信号電力対干渉電力の比 ( $S/I$ ) が低い場合に、低下する。さらに搬送波信号がより正確に推定されるのであれば、EbI<sub>0</sub>測定は改善される。

【0013】さらに、1スロット (フレーム) に対するパイロットシンボルの数が少なく、 $S/I$  割合が低い時、特に1通路路に対する $S/I$ 割合が低い時、多種多様な要求に対しては、通常のパイロット補間における搬送波推定誤りが大きくなり、搬送波推定における低下は受信機のBER性能を低下させる。

【0014】それゆえ、本発明の目的は、セルラー移動システムにおいて閉ループの送信機を電力制御するための新規、且つ、改善された方法を提供することである。提案された方法は、同期検波手法を用いたシステムにおいて逆方向リンクの閉ループ送信機を電力制御するのに使用することが可能である。また、本発明の目的は搬送波同期のための新規、且つ、改善された方法を提供することである。

【0015】電力制御はCDMAシステムによって非常に重要である。容量、高品質、その他の効果を得るために、CDMAシステムは精密な電力制御を使用する。電力制御は、システム容量全体に影響する不必要なシステム干渉を軽減する。

【0016】EbI<sub>0</sub>測定の信頼性および精度は閉ループ電力制御にとって必要不可欠である。本発明はEbI<sub>0</sub>測定のための新規、且つ、改善された方法を提案している。提案されている方法では、正確な電力制御が得られ、その結果、受信機におけるBER/FERの性能が改善され、受信電力の偏差、即ち、電力制御誤りを減少させることができる。これらの改善によって、システム容量が増加する。

【0017】同期検波で要求される搬送波再生 (搬送波同期) はフェージングを受けたチャンネルにおける時間変化特性によって影響を受ける。本発明の目的は、パイロットシンボル補間手法における搬送波追従の性能を改善し、要求されているパイロットシンボル数を減少させることである。

【0018】

【課題を解決するための手段】EbI<sub>0</sub>測定および搬送波推定は、データシンボル決定まで影響する。本発明で

は、データシンボルおよびパイロットシンボルはフレームあるいはスロットに分割される。1スロット中のEbI<sub>0</sub>測定値に基づいて、パワーアップあるいはパワーダウンコマンドが移動局に送信される。搬送波信号は、補間されたパイロットシンボルを使用して各受信通信路に対して推定される。推定された搬送波は、レーキ構造の受信機において、同期ダイバーシティの結合及び予備検出に使用される。予備検出は次の予測のために行われるものであり、予備検出の結果は実際の検出結果とは一致しない。予備検出によって決定されたデータシンボルは、第2段階の測定/推定に対する条件を与えるために、受信信号の変調を除去するために使用される。第2段階では搬送波および電力推定が行われる。1つのスロットからのシンボル (サンプル) はグループに分けられ、1グループの期間中の信号が準静的なものと判断される。各グループのサンプルの累算および平均が、搬送波および $S/I$ を推定するために行われる。すべてのグループからの累算値および平均値が搬送波推定値を得るために補間される。この推定された搬送波は、受信信号 (変調が除去された後の信号) の推定された値でもある。このようにして推定された信号を使用して、信号電力が計算される。干渉信号は受信信号と推定信号の差として推定される。第2段階における推定の結果は、実際の検出の際、搬送波再生及びEbI<sub>0</sub>測定双方に使用される。

【0019】受信機が適切なシンボルエラー領域で動作している時、EbI<sub>0</sub>推定値の精度および信頼性は決定されたデータシンボルを使用することによって向上する。測定のために、データシンボルを含めることによってサンプルの数が増加すると、EbI<sub>0</sub>測定エラーを軽減させることができる。EbI<sub>0</sub>測定エラーは、さらに第2段階の推定を行うことによってかなり減少する。データシンボルはEbI<sub>0</sub>および搬送波信号推定の両方の対する推定において役立つ。搬送波推定およびEbI<sub>0</sub>測定を共通処理することによって、計算量及び複雑化を減少させることができる。

【0020】上記したように、推定において決定されたデータシンボルを含ませ、提案されている第2段階推定を行うことによって、結果的に、閉ループ電力制御性能および搬送波追従能力を改善できる。ここで、第2段階の推定では、シンボルがグループに分割され、各グループ毎に累算および平均が搬送波信号を推定し、EbI<sub>0</sub>を測定するために、行われている。受信信号電力の偏差は、単一段階推定に基づく方法と比べて小さくなる。また、低い $S/I$ および高次の多様性に対するEbI<sub>0</sub>の過大推定は、この方法ではより小さくなるので、EbI<sub>0</sub>は、この方法を使用した場合、より低い値に制御され得る。更に、サンプルをグループに分割することによって1グループ内の推定失敗はそのグループにのみ影響し、全体のスロットに対する推定には影響しない。BE

R性能および受信機全体の性能は向上する。この方法を使用すると、パイロットシンボルの数を削減できるか、あるいは、パイロットシンボル間の間隔を広げることができ、このことは、システムの効率が向上することを意味している。

#### 【0021】

【作用】CDMAセルラー移動システムにおいて、各送信信号が、許容データ再生性能を与える信号対干渉比の最小値で受信できるように送信電力が制御され、容量を最大にすることができる。もし、受信電力が余りに高い場合、その移動局は許容範囲内で動作できる、チャンネルを共有するその他の全ての移動局に対する干渉が増加し、結果的に他のユーザーにとっては許容できない動作となる。さらに、フェージングを受けたチャンネルは、符号化/インターリーピングがさほど有効でない場合、特に、低速のレイリーフェージングについては、補償されなければならない電力変化を生じている。

【0022】本発明では、有害なフェージングを克服し、システム容量全体に影響する不必要なシステム干渉を減少させるために、地上のチャンネルの閉ループ送信電力を制御する方法を提供することである。また、本発明の目的は、推定の信頼性を向上させ、必要なパイロットシンボルの数を削減するためにフェージングチャンネルに累積する歪の推定の際、冗長性を低減できる同期検波用の搬送波同期方法を明らかにしている。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による送信のために使用されるフレームフォーマットを示している。送信機は、同期的に公知のシンボル、即ち、パイロットシンボルを挿入する。受信機はパイロットシンボルを使用して、当該パイロットシンボルに対応したサンプルを抽出し、補間する。これによって、フェージングチャンネルの伝達関数の推定値を得る。このことは、搬送波を推定することと等価である。同じパイロットシンボルがE b I o測定のための閉ループ電力制御処理において使用されている。送信機は、まず、Mパイロットシンボル、続いて、Nデータシンボル、次に新しいMパイロットシンボルのように、送信を行う。N/M比は15より大きいことが望ましく、結果として、シンボル挿入による損失は無視できる。フレーム（スロット）毎のパイロットシンボルの数Mは、通常1から5である。数Mが1より大きい時、一つのスロットからのパイロットシンボルに対応するサンプルは累算され平均化される。サンプルを平均化することによって、付随的なノイズの影響あるいは干渉による影響を大きく低減することができる。補間のためにこれらの平均サンプルを使用することで、パイロットシンボルを補間するシステムの性能が向上する。

【0024】本発明では、E b I oは1スロットの間隔の間で測定されるものとし、且つ、電力制御コマンドは、1スロット期間内に1つ送信電力を調整するため

に、移動ユニットに送信されるものと仮定されている。ある場合には、搬送波の推定を向上させるために、スロットの中間部分に付加的なパイロットシンボルを挿入するほうがよい。本発明はこのような場合にも適用できる。

【0025】閉ループ電力制御および搬送波推定のための本発明の方法を詳細に説明する前に、図2を参照して、チャンネル推定ユニットの位置および目的について簡単に説明する。図2は、特に本発明に基づいて、電力制御および搬送波推定を行うセル装置（基地局）における受信機/送信機のブロック図である。図2に示された受信機/送信機は、特定の移動局との通信に使用される。図2に示されたCDMA受信機はダイバーシティ結合、同期検波、インターリーピング解除、およびソフトデシジョンV i t e r b i復号を行い、ここでは、主にベースバンドにおける処理を示している。R FおよびI F周波数における処理、アップ/ダウン変換、タイミング再生及びその他の処理は示されていない。図2では、2つの分離したアンテナ及び2つの独立した受信システムを使用して、ダイバーシティ受信が行われる。1および2は受信フィルタである。それぞれの受信システムは、異なる伝達遅延で到来する信号を個別に受信して結合するレーキ受信機を使用しており、ここでは、レーキ10及び20とを有している。各通信路の受信機（レーキフィンガー11-12および21-22）は拡散除去処理を行う。各通信路に対して、チャンネル推定ユニット40は、受信信号から位相及び振幅を抽出する。第1段階において、チャンネル推定ユニットは、パイロットシンボルによって与えられたチャンネル測定値を補間し、予備検出のための基準搬送波を得る。予備検出からハードデータが第2段階搬送波推定および信号/干渉電力測定によって決定される。第2段階で得られた基準搬送波が実際の検出に使用される。ダイバーシティ結合器30は、信号対干渉比を最大にするような方向に通信路信号を同期的に結合する。ダイバーシティ結合器30の出力は、インターリーピング解除器50に対する入力として与えられる。ソフトデシジョンV i t e r b i復号機60、最大情報列を決定するために使用される。

【0026】チャンネル推定ユニット40は、また、特定の移動局に対するE b I oをも測定する。測定されたE b I oレベルにตอบสนองして、回路40は、送信変調器70への入力として与えられる電力調整コマンドを発生する。前述のように、電力調整コマンド中のビットは、関連する移動局において送信電力を調整するために当該移動局において使用される。電力調整コマンドは、移動面に対して、約1.0 dBの所定量（ステップサイズ）だけ、名目上電力を増加あるいは減少させるように、指示する。受信されたE b I o測定値がセル装置プロセッサ（図示されていない）によって与えられたプリセットレベルよりも小さい時、電力コマンドビットが生成され、



移動局送信電力の増加が必要であることを示す。同様に、もし、受信された測定がプリセットレベルよりも大きい場合、電力調整コマンドは移動局送信電力を減少させるように指示する。送信変調器70は、特定の移動局へ送信するためのユーザー宛ての情報信号を拡散スペクトラム変調する。送信変調器70は、また、チャンネル推定ユニット40から電力調整コマンドビットを受信し、移動局へ送信するために、これらのビットを拡散スペクトラム変調する。

【0027】Mサンプルの1パイロットシンボル期間中に受信されたパイロットシンボルを使用して、信号電力および干渉電力を測定し、累算および平均化する。同じパイロットシンボルが累算および平均化されるのは、搬送波推定のためである。フェージングによる積算歪みがM個のシンボルのパイロット期間に亘って一定であれば、まず受信サンプルを適当に回転させることによって変調が除去される。受信サンプルの回転のために公知のパイロットシンボルが使用される。全てのパイロットシンボルを回転することによって、パイロットシンボルのベクトルは累算および平均化のために同じ方向に向けられる。平均値が算出され、その平均値は推定された搬送波である。そのような算出された平均値の電力は、信号電力の推定値である。干渉電力は、回転された受信信号および算出された平均値の差を測定することによって得られる。

【0028】パイロットサンプルの累算および平均化に

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= C1 = (1/M) (r1\_R + r2\_R + \dots + rM\_R) \\ &= (1/M) (c1 + c2 + \dots + cM) + (1/M) \\ &\quad (n1a1^* + n2a2^* + \dots + nMaM^*) \end{aligned}$$

となる。推定された信号電力Sは、次式で与えられる。

$$\text{【0031】 } S = \text{Mean} \cdot \text{Mean}^*$$

そして、推定された干渉電力Iは次の式であらわされる。

$$\text{【0032】 } I = (1/M) \{ (r1\_R - \text{Mean}) (r1\_R - \text{Mean})^* + \dots + (rM\_R - \text{Mean}) (rM\_R - \text{Mean})^* \}$$

算出された平均値(mean)はまた、上記C1で示されているように搬送波信号の推定値である。もし、C1が、現在のスロットのM個のパイロットシンボルを使用して推定された搬送波であり、C0が前のスロットのM個のパイロットシンボルを使用して推定された搬送波であれば、搬送波信号は通常の線形補間によって次のように補間されることが可能である。

【0033】

$$p_m = [1 - (m/K)] C_0 + (m/K) C_1$$

ここで、 $m = 0, 1, 2, \dots, K-1$ 、また  $K = N + M$ 、すなわち、Kは各スロットの全シンボル数。

【0034】線形補間(第1次補間)が図示されているが、高次補間が適用されてもよい。送信信号と受信信号

によるEbIo測定および搬送波推定について、以下では更に説明する。線形に変調されたベースバンド受信信号{r1, r2, ..., rM}は複素数の形で以下のよう表される。

【0029】

$$r1 = c1a1 + n1$$

$$r2 = c2a1 + n2$$

$$rM = cMaM + nM$$

ここで

{c1, c2, ..., cM}は搬送波信号、

{n1, n2, ..., nM}は干渉信号(ノイズを含む)

{a1, a2, ..., aM}パイロットシンボルであり、Mはパイロットシンボルの数である。全ての信号は同相および直交位相(I/Q)成分を有する複素数で現されている。

【0030】適当な回転を与えると、

$$r1\_R = c1 + n1a1^*$$

$$r2\_R = c2 + n2a2^*$$

$$rM\_R = cM + nMaM^*$$

が得られる。ここで\*は複素共役をあらわしており、 $a1a1^* = a2a2^* = \dots = aMaM^* = 1$ 、すなわち、マルチ位相シフトキーイング(M-PSK)変調であると仮定している。平均化することによって平均値(mean)を算出すると、

の位相差が、既知のパイロットシンボルを使用して、確実に検出できるので、絶対位相の同期検波が可能である。

【0035】パイロットシンボルの数が多いとき、EbIoの測定エラーは小さくなり、搬送波推定エラーはパイロットシンボルの数Mの増加に伴って減少する。しかしながら、パイロットシンボルの数はこれらを送信することによる損失を最小にするために限定されている。推定エラーを減少させるために、電力測定のためにデータシンボルを含ませることによってサンプルの数を増加させることが必要となる。

【0036】ダイバーシティ結合は、フェージングを軽減するための好ましい手法である。ダイバーシティ結合におけるEbIo測定に使用される方法には2通りあって、ダイバーシティ結合信号のEbIoを測定する方法、あるいは、各通信路毎に別々にEbとIoを測定し、加算/平均化することによって、全EbIoを推定する方法である。第1の方法は、ダイバーシティ結合信号を使用した測定は、EbIoが低く、通信路の数が動的に変化するような実際の状況に対しては幾つか利点がある。

ある。結合信号のEbIoとBERの関係は、通信路状況にあまり依存していない。しかしながら、第2の方法は、それぞれの通信路に対するEbおよびIoを別々に測定して、全EbIoを推定するために通信路電力を付加/平均化する方法は、より正確に電力を測定できる。電力は第2の方法でより低いEbIo値に制御される。搬送波推定エラーの影響は、第2の方法のEbIo測定に対して、より小さなものとなる。さらに、搬送波推定手段は、通路電力測定のために共有して、使用されることができ、このことは第2の方法を実現した場合における複雑化を軽減する。これらの全ての理由により、本発明において説明されているEbIo測定のためには、第2の方法が使用されるが、測定の第1の方法を使用してもよい。通信路信号を使用した測定の第2の方法はさらに、考察されるであろう。

【0037】ダイバーシティ結合は以下のように拡張できる。同様の表記を使用し、2つの通信路(a, b)のみ考えると、

第1通信路(a)

{r1a, r2a, ..., rKa} は受信変調信号、  
{p1a, p2a, ..., pKa} は補間パイロット  
シンボルから抽出された搬送波信号

第2通信路(b)

{r1b, r2b, ..., rKb} は受信変調信号  
{p1b, p2b, ..., pKb} は補間パイロット  
シンボルから抽出された搬送波信号

ここで、Kは前述のようにスロット毎の全シンボルであり、搬送波信号は上述のように通常の線形補間によって抽出される。

【0038】ダイバーシティ結合および最大比の結合に対する加重後の受信信号{r1c, r2c, ..., rKc}は、次式であらわされる。

【0039】

$$\begin{aligned} r1c &= r1a \cdot p1a + r1b \cdot p1b \\ r2c &= r2a \cdot p2a + r2b \cdot p2b \\ rKc &= rKa \cdot pKa + rKb \cdot pKb \end{aligned}$$

高次のダイバーシティに一般化することができる。

【0040】ハードデシジョンデータ{d1, d2, ..., dN}が{r1c, r2c, ..., rKc}を使って得られる。このハード決定データは、第2段階搬送波推定のために得られ、これは、実際の検出データとは異なっている。決定されたデータの信頼性はダイバーシティ結合された信号の使用によって高められる。これらのハードデシジョンデータシンボルを既知のパイロットシンボルと結合するので、第2段階推定のためのデータ/パイロットベクトル{d1, d2, ..., dK}が、形成される。一つの特定期間のための第2段階推定が以下に説明される。

【0041】通信路信号{r1, r2, ..., rK}のサンプルが変調を除去するために適当に回転させられ

る。回転のために、データ/パイロットベクトル{d1, d2, ..., dK}が使用される。回転によって、連続したサンプルが更なる累算および平均化のために同じ方向に配置される。回転後、以下の信号{r1\_R, r2\_R, ..., rK\_R}が得られる。

【0042】

$$\begin{aligned} r1\_R &= r1 \cdot d1^* \\ r2\_R &= r2 \cdot d2^* \\ rK\_R &= rK \cdot dK^* \end{aligned}$$

回転されたサンプル{r1\_R, r2\_R, ..., rK\_R}をL個のシンボルずつ3つのグループ(a, b, c)に分けることにする(K=3L)。ベクトル{r1\_R, r2\_R, ..., rK\_R}は以下のよう記述できる。

$$\begin{aligned} \{r1\_R, r2\_R, \dots, rK\_R\} &= \{ \{ra1\_R, ra2\_R, \dots, raL\_R\}, \\ &\{rb1\_R, rb2\_R, \dots, rbL\_R\}, \\ &\{rc1\_R, rc2\_R, \dots, rcL\_R\} \} \end{aligned}$$

フェージング積算歪みがL個のシンボルの時間に亘って一定であると仮定すると、平均値(mean)が、累算および平均化を使用して、各グループ毎に算出される。

【0044】

$$\begin{aligned} \text{Mean\_a} &= C\_a = (1/L) (ra1\_R + ra2\_R + \dots + raL\_R) \\ \text{Mean\_b} &= C\_b = (1/L) (rb1\_R + rb2\_R + \dots + rbL\_R) \\ \text{Mean\_c} &= C\_c = (1/L) (rc1\_R + rc2\_R + \dots + rcL\_R) \end{aligned}$$

第2段階における搬送波信号の推定値{z1, z2, ..., zK}が、累算および平均化した値C\_a, C\_b, C\_cを補間することによって生成される。ここでは、2つの連続して計算された平均値間における線形補間が適用される。補間は、全体のスロットにおける全てのサンプルをカバーするために、スロットの境界まで拡張される。回転された受信信号(変調が除去されている)の推定値{s1\_R, s1\_R, ..., sK\_R}は推定された搬送波信号と等価であり、次式が成り立つ。

$$\{s1\_R, s2\_R, \dots, sK\_R\} = \{z1, z2, \dots, zK\}$$

干渉信号{i1, i2, ..., iK}は、回転された信号{r1\_R, r2\_R, ..., rK\_R}と推定信号{s1\_R, s2\_R, ..., sK\_R}との間の差として推定されるので、次式であらわすことができる。

$$\{i1, i2, \dots, iK\} = \{r1\_R, r2\_R, \dots, rK\_R\} - \{s1\_R, s2\_R, \dots, sK\_R\}$$

信号電力Sは、{s1\_R, s2\_R, ..., sK\_R}

R}の電力によって推定され、干渉信号電力Iは、 $\{i_1, i_2, \dots, i_K\}$ の電力によって推定される。

【0047】グループを3以外の数にすることによって一般化できる。各グループの信号は上記記述では準静的なものであると推定されている。グループの適当な数は、自動周波数制御( AFC )の不完全性によって生じるフェージング周波数および周波数ドリフトに依存している。各グループ内のシンボルの数は、与えられた条件のもとで出来るだけ多くなければならない。全ての通信路からの推定電力および推定干渉電力は閉ループ電力制御用の全E b I oを算出するために結合される。

【0048】図3は、チャンネル推定ユニットの処理を説明するための図であり、この図は、図2におけるチャンネル推定ユニット40を詳しく説明したものである。図2を参照すると、チャンネル推定ユニットは、入力として、レーキ受信機内の各通信路の複素数であらわされたベースバンド信号(信号r 1からr 4)を使用している。4つの通路の場合が示されているが、いかなる数のフィンガーあるいは通信路に対しても容易に一般化できる。搬送波推定ユニットは同一の通信路信号r 1～r 4をダイバーシティ結合器30に転送する。推定搬送波信号z 1～z 4が、同期最大レート結合および実際の検出の結果をあらわす出力として与えられる。チャンネル推定ユニットは、また、説明されているように閉ループ電力制御のための出力として、電力アップ/ダウンコマンドビットを与える。

【0049】図3を参照して説明する。チャンネル推定ユニットは、第1段階搬送波推定手段と、予備検出手段と、第2段階推定手段と、E b I o測定手段と、閉ループ電力制御コマンド生成手段を有する。各通信路に対する入力ベクトルは、受変調された複素ベースバンド受信信号(図では、4フィンガーの場合における信号r 1～r 4)である。

【0050】第1段階推定器102-105は、予備検出のための基準位相および振幅を得るためにパイロットシンボルによって与えられているチャンネル測定値を補間する。推定搬送波信号p 1-p 4は、ダイバーシティ結合器106への入力として出力される。ダイバーシティ結合器106は通信路信号を同期的に結合する。結合器106では、まず、フェージング積算歪みが補正され、通信路信号には、信号対干渉電力レートを最大にするために適当な加重が与えられる。結合された信号はデータシンボル予備検出器107へ与えられる。データシンボル予備検出器107はハードデシジョンを行い、予備検出されたデータシンボルを出力する。マルチプレクサ108は、予備検出されたデータシンボルと既知のパイロットシンボルとを結合し、第2段階推定のためのパイロット/データシンボルベクトルp\_dを形成する。パイロット/データシンボルp\_dは第2段階推定において変調を除去するために使用される。タイミン

グ同期が想定され、局部パイロットシンボル発生器が送信パイロットシンボル系列およびスロットフォーマット送信と同期される。

【0051】第2段階推定は、第2段階推定器112-115を使用して、各通信路毎に実行される。各通信路推定器は、第2段階搬送波推定器および信号/干渉電力推定器を有する。第2段階搬送波推定器(121-124)は実際の検出のための搬送波信号z 1～z 4を与える。信号/干渉電力推定器(125-128)は信号および干渉電力を測定する。推定器で測定された全ての信号/干渉電力は、信号/干渉電力レート計算機109に与えられる。計算機109は測定された電力を結合すると共に、全信号電力対全干渉電力の比を計算する。全信号電力対干渉電力比はブロック110によってE b I oに変換される。推定されたE b I oは電力制御コマンド発生器111に与えられる。電力制御コマンド発生器111は、当該推定されたE b I oを所望のE b I oに対して予め設定されたしきい値(E b I o\_TH)と比較する。E b I o\_THは制御プロセッサ(図示されていない)によって設定されている。電力制御コマンド発生器111はこの比較に基づいて、電力制御ビットを生成し、移動局に指示を与え、当該移動局の送信電力を低くあるいは高くする。電力制御ビットは送信変調器中でデータビットと結合され、既に説明されているように、移動局へ送信される。

【0052】図3に示された第2段階推定器112-115における処理の詳細が、図4を用いて説明される。パイロットシンボルおよび予備検出データシンボルを使用して、サンプル回転器201は、一つのスロットにおけるK個の全サンプルを回転させる。回転は、受信サンプル $r = \{r_1, r_2, \dots, r_K\}$ を点別に複素乗算することによって実行される。この場合、複素共役データ/パイロットシンボルは共役形式 $p\_d = \{d_1, d_2, \dots, d_K\}$ であらわされる。データシンボルは予備検出過程で決定される。回転サンプル $r\_R = \{r_1\_R, r_2\_R, \dots, r_K\_R\}$ は、ブロック202によってJ個のグループに分割され、各グループはK/Jサンプルを有していることになる。各グループにおけるサンプルの累算及び平均はブロック203-205によって実行される。補間器206は、全てのアキュムレータ203-205からの累算、平均化された値を補間し、 $z = \{z_1, z_2, \dots, z_K\}$ で示される搬送波推定値を形成する。搬送波推定値zは、同期検波のための出力として与えられる。これらの搬送波推定値はまた、変調除去後の受信回転信号の推定値、すなわち、s\_Rでもある。受信回転信号s\_Rの推定値を使用することによって、信号電力推定器207は信号電力Sを算出する。減産器208は、回転信号r\_Rと推定回転信号s\_R間の差を計算する。計算された差は干渉信号の推定値である。この

ような推定干渉信号  $i$  に基づいて、干渉電力推定器 209 は干渉電力  $I$  を算出する。

【0053】

【発明の効果】本発明では、 $E_b I_o$  測定のための新規、且つ改良された方法が提案され、これによって、 $E_b I_o$  測定の精度が改善されている。提案されている方法によって正確な電力制御が達成され、その結果、受信機 BER/FER の性能が改善され、受信電力の偏差の減少、すなわち、電力制御エラーが減少される。

【0054】提案されている方法は、データシンボルを含ませることによって、 $E_b I_o$  測定のサンプルの数を増加させることができる。電力測定のために、1 スロットの全てのサンプルを使用することで、 $E_b I_o$  測定の精度を改善し、閉ループ電力制御の性能を改善する。

【0055】 $E_b I_o$  測定エラーは、2 段階の推定を使用することによって著しく低減できる。搬送波推定エラーも、提案されている 2 段階推定によって低減できる。提案されている方法は、 $E_b I_o$  測定のための第 1 段階における搬送波推定値を使用する方法を比較して、改善されている。また、低い S/I あるいは高次のダイバーシティに対する  $E_b I_o$  の過剰推定がこの方法によって小さくできるので、送信電力を  $E_b I_o$  の場合より低い値に制御できる。

【0056】さらに、サンプルをグループに分割することで、1 グループ内の推定失敗の影響が、スロット全体の推定に影響をあたえることがなく、特定のグループ内にとどまる。

【0057】さらに、本発明において、搬送波推定と  $E_b I_o$  測定の処理を結合することによって、計算量を減らすことができると共に、複雑さも軽減できる。

【0058】予備検出におけるハードデシジョンはダイバーシティ結合信号に基づいている。決定されたデータの信頼性は、前処理のためのダイバーシティ結合信号の使用によって高められている。変調は、フェージング積算歪みに似た信号に影響を与えるが、第 1 段階で通常のシンボル補間を使用して変調は除去されるので、停止（ハングアップ）現象のない搬送波同期が達成される。

【0059】さらに、本発明の搬送波同期方法は、受信信号をベースバンド信号に混合する自走する発振器を用いて開ループ構造における搬送波同期にも使用できる。従って、PLL の性能が深いフェージング中に低下するのを防止できる。

【0060】さらに、本発明においては、第 2 段階搬送波推定を使用して搬送波推定エラーを減少させる同期検波用の新しい搬送波同期方法を提供している。提案されている第 2 段階搬送波推定は、推定における信頼性および精度を向上させ、受信機の BER 性能を改善している。

【0061】通常のパイロット補間を使用している搬送波推定では、特にスロットあたりのパイロットシンボル

の数が少ない時、信号電力対干渉比が低いと、低下が生じるという欠点がある。本発明のシステムを使用することによって、要求されている数のパイロットシンボルを減少させるか、あるいは、パイロットシンボル間の時間間隔を通常のパイロットシンボル補間方法と比較して、増加させることが可能である。

【0062】さらに、本発明において、第 2 段階中、各グループのサンプルを平均化することによって、付加的なノイズの影響あるいは推定に対する干渉の影響を著しく低減できる。

【0063】また、本発明のシステムは推定チャンネル機能の精度を向上させ、非常に速いレートで変化するフェージングに追従できる。

【0064】提案されている第 2 段階推定は、処理においてわずかな遅延をもたらすだけで、推定は 1 スロットからのサンプルに基づいているので、提案されている方法は、より低いデータレート（サブレート）の場合における不連続送信にも使用することが可能である。

【0065】本発明に提案されているシステムは、デジタル装置に非常に適しており、いかなるデジタルシステムの実現に対する要求も満足する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】送信システムのフレームフォーマットを示している。

【図 2】本発明の開ループ電力制御及び搬送波同期に関連して、セル装置内の CDMA 受信機/送信機を示すブロック図である。

【図 3】本発明が適用されているチャンネル推定ユニットを示している典型的なブロック図である。

【図 4】第 2 段階搬送波推定および図 3 のチャンネル推定ユニットで使用されている信号/混信電力測定のための処理を詳しく示している。

【符号の説明】

1：受信フィルタ

2：受信フィルタ

10：レーキ

20：レーキ

11-12：受信機

21-22：受信機

30：ダイバーシティ結合器

40：チャンネル推定ユニット

50：インターリービング解除器

60：Viterbi（ビタビ）復号機

70：送信変調器

101：パイロットシンボル発生器

102-105：第 1 段階搬送波推定器

106：ダイバーシティ結合器 I

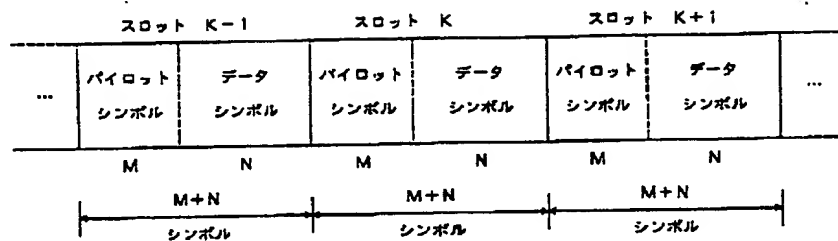
107：データシンボル予備検出器

108：マルチプレクサ

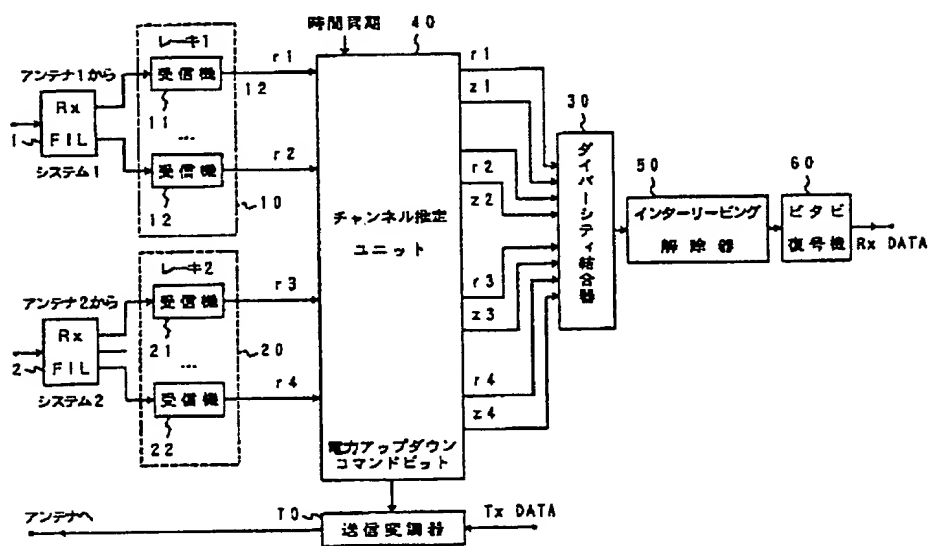
109：信号対干渉比計算機

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| 110: E b I o 計算機 | 206: 補間器        |
| 111: 電力制御コマンド発生器 | 207: 信号電力推定器    |
| 112-115: 第2段階推定器 | 208: 減算器        |
| 201: サンプル回転器     | 209: 干渉電力推定器    |
| 202: グループ分割器     | 210: 第2段階搬送波推定器 |
| 203-205: アキュムレータ | 220: 信号対干渉電力推定器 |

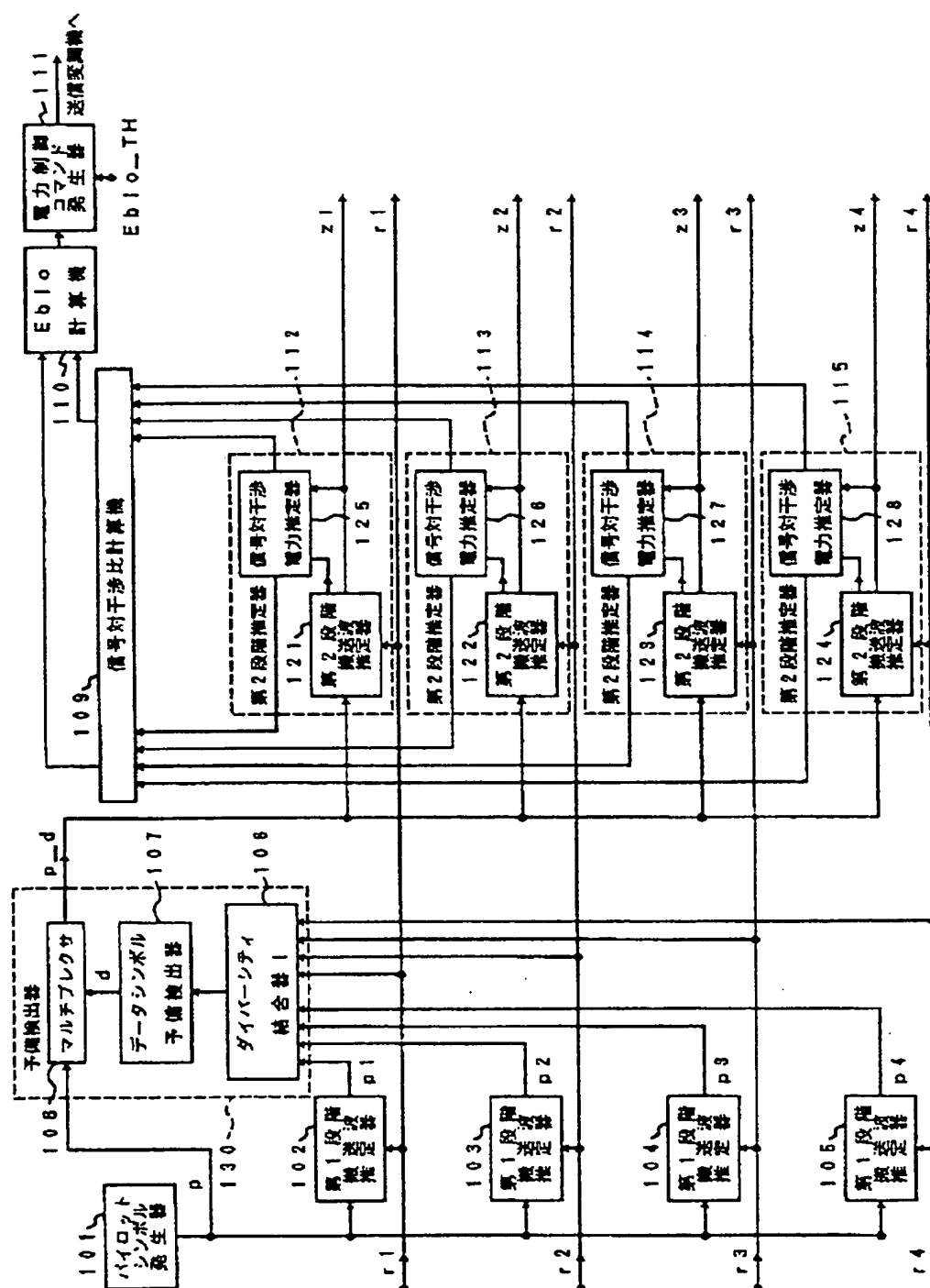
【図1】



【図2】



【図 3】



【図4】

